

工业卫生化学检验手册

水质分析部分



073

C-1

湖南省劳动卫生研究所編

毛主席语录

领导我们事业的核心力量是中国共产党。

指导我们思想的理论基础是马克思列宁主义。

备战、备荒、为人民。

为什么人的问题，是一个根本的问题，原则的问题。

应当积极地预防和医治人民的疾病，推广人民的医药卫生事业。

综合利用，大有文章可做。

人的正确思想，只能从社会实践中来，只能从社会的生产斗争、阶级斗争和科学实验这三项实践中来。

中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平。

編 写 說 明

为便于工业“三废”卫生和职业病防治工作的开展，并为贯彻国务院有关指示精神，建立全省“三废”危害监测网打下基础，在继全国毒物测定方法进修班之后，我省举办了工业卫生检验人员进修班。为了解决教材来源，我们编写了《工业卫生化学检验手册》水质分析部分及气体分析部分各一本。

水质分析部分，主要是根据中国医学科学院卫生研究所编著的《水质物理与化学分析法》一书，结合今年全国毒物测定方法进修班的讲义并掺合我们自己在工作中摸索的一些方法汇编的。其内容共分天然水、饮用水分析、工业废水分析及生活污水分析三部分。

气体分析部分，是在我省卫生防疫站编写的《卫生防疫检验手册——劳动卫生部分》的原稿上作第五次修改后付印的。与第四次修改稿比较，有着较大的变动：其中气象条件测定一章增加了我们多年来实际工作中的点滴体会，不少图表的设计也都作了改进。空气中有毒物质测定的各论，更是较普遍地改用了近来我们实用的一些较新的方法。其方法的选用还尽量地照顾了车间空气分析和大气污染测定都能适用并且和水、尿液中有关测定方法相统一的原则。第三章生产性灰尘的测定则作了大幅度的删节。而将原来的第四章——职业病临床毒物检验抽出去另外编写了《职业病检验手册》(已于今年三月由湖南人民出版社出版)，增加了管道气体分析一章作为第四章，以

适应目前“三废”综合利用工作开展的需要。

但由于我们在政治思想和业务上的水平都很低，作为一个教材，仓促修改付印，不妥和谬误之处一定很多，除通过在教学实践中多多听取同学们的意见从而得到启示外，尚希省内外各兄弟单位的同志们多加批评指正，以便我们今后作切实细致的修改。

湖南省劳动卫生研究所

一九七二年十月

| 页 | 行 | 误 | 正 |
|-----|-----|-------------------------|-------------------------|
| 127 | 14 | $(K_2HPO_4 \cdot H_2O)$ | $(K_2HPO_4 \cdot H_2O)$ |
| 141 | 倒10 | $HgSO_3^-$ | $HgSO_4$ |
| 156 | 4 | 可约略判断污水的浓度 | 可约略判断污水受污染的程度 |
| 160 | 倒1 | 200毫升烧杯内 | 50毫升比色管中 |
| 161 | 倒14 | 760毫米大气压下 | 760毫米汞柱大气压下 |
| 161 | 倒10 | ……时的溶解度 | ……时的水中氧气的溶解度 |
| 161 | 倒9 | 同 上 | 同 上 |
| 163 | 倒8 | $NO_2^-S^-$ | NO_2^- , S^- |

毛主席语录

领导我们事业的核心力量是中国共产党。

指导我们思想的理论基础是马克思列宁主义。

备战、备荒、为人民。

为什么人的问题，是一个根本的问题，原则的问题。

应当积极地预防和医治人民的疾病，推广人民的医药卫生事业。

综合利用，大有文章可做。

人的正确思想，只能从社会实践中来，只能从社会的生产斗争、阶级斗争和科学实验这三项实践中来。

中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平。

目 录

| | |
|----------------------------|--------|
| 第一章 绪论 | (1) |
| 一、引言..... | (1) |
| 二、水样的采集、保存和运送..... | (1) |
| 三、分析项目及测定次序..... | (3) |
| 第二章 天然水、饮用水分析 | (6) |
| 一、温度..... | (6) |
| 二、嗅..... | (6) |
| 三、味..... | (9) |
| 四、色度..... | (10) |
| 五、浊度..... | (12) |
| 六、总固体..... | (13) |
| 七、溶解固体及悬浮固体..... | (15) |
| 八、氢离子浓度..... | (15) |
| 九、酸度..... | (16) |
| 十、碱度..... | (19) |
| 十一、钙..... | (23) |
| 十二、镁..... | (26) |
| 十三、硬度..... | (27) |
| 十四、耗氧量..... | (30) |
| 十五、氨氮..... | (34) |
| 十六、蛋白性氮..... | (40) |

| | |
|-------------|-------|
| 十七、亚硝酸盐氮 | (42) |
| 十八、硝酸盐氮 | (45) |
| 十九、氯化物 | (52) |
| 二十、硫酸盐 | (57) |
| 二十一、铁 | (61) |
| 二十二、铅 | (65) |
| 二十三、汞 | (68) |
| 二十四、锰 | (70) |
| 二十五、铜 | (73) |
| 二十六、锌 | (75) |
| 二十七、铬 | (77) |
| 二十八、镉 | (80) |
| 二十九、砷 | (83) |
| 三十、硒 | (87) |
| 三十一、硫化氢及硫化物 | (89) |
| 三十二、氟化物 | (92) |
| 三十三、氰化物 | (94) |
| 三十四、酚类 | (97) |
| 三十五、有机磷农药 | (103) |
| 三十六、有机氯农药 | (117) |
| 三十七、余氯 | (124) |
| 三十八、油质 | (128) |
| 三十九、阳离子总量 | (133) |

第三章 工业废水分析 (136)

| | |
|------|-------|
| 一、绪言 | (136) |
| 二、色度 | (139) |

| | |
|-------------------------|--------------|
| 三、耗氧量 | (140) |
| 四、汞 | (142) |
| 五、硫化氢及硫化物 | (144) |
| 六、氟化物 | (148) |
| 七、氰化物 | (149) |
| 第四章 生活污水分析 | (152) |
| 一、绪言 | (152) |
| 二、灼烧减重及固定残渣 | (153) |
| 三、沉降物 | (154) |
| 四、有机氮 | (156) |
| 五、硝酸盐氮 | (159) |
| 六、溶解氧 | (161) |
| 七、生物化学需氧量 | (167) |
| 附录: | |
| 一、生活饮用水卫生规程 (摘录) | (172) |
| 二、工业企业设计卫生标准 (摘录) | (175) |
| 三、原子量表 | (181) |
| 四、盐酸、硝酸、硫酸溶液的比重 (15°C) | (183) |
| 五、氢氧化铵溶液的比重 (15°C) | (187) |
| 六、乙醇—水溶液比重与容量百分率 (15°C) | (188) |
| 七、对数表及反对数表 | (189) |

第一章 绪 论

一、引 言

水，是工业建设、农业灌溉及渔业生产的重要资源，也是人类日常生活中不可缺少的东西。

由于水是一种很好的溶媒，世界上几乎没有一种物质是绝对不溶于水的；即使基本上不溶于水的物质，也可能成为悬浮物或胶体混入水中，特别是混入江、河、湖、泊等地面水中，所以化学纯的水在自然界中是不存在的。那么，各种不同来源的水的物理性质及化学成分是否适合各种不同的用途，则必须加以分析判断。而且，在进行水的处理方法的设计、试验、研究中，亦必须依靠水质分析结果的数据。地下水的化学成分，还可以作为地质调查及找寻矿藏的参考资料。因此，水质分析（在卫生学上特别是饮用水、生活污水及工业废水的分析）实为社会主义建设事业中不可缺少的一门重要科学技术。

二、水样的采集、保存和运送

水样的采集地点、位置、深度、时间、次数等，都应由分析的目的，并根据卫生学要求来确定。在不同的目的下，采样方法往往有很大的区别。例如，同是在一地取河水分析，如果分析目的是要确定该处水源是否可供饮用，则只要于指定地

点一定范围内取 2~3 个水样，混合均匀作为一个样品进行分析即可。但欲调查某工业废水对该河流的污染状况（包括污染距离、范围、深度等），则应根据河流及废水排出的流速、流量、流向，在废水排出口下游不同距离设立多个采样断面；每个断面上设 2—3 个采样点；每个点上甚至又要作不同深度的取样。废水的排放，常随生产工艺的变化而有间断性，在时间上又怎样取得有代表性的样品，也都是需要考虑的因素。但是，一般地说，采集各种不同的水样，也还有其共同的要求和注意事项，现简述如下。

1. 供一般物理性质与化学成份分析用的水样，有 2 升即可。水样瓶可用容积为 2 升的、无色、具磨口玻塞的细口瓶。如果测定项目很多，则水样体积要酌情增加。近来很多单位用 2.5 升聚乙烯塑料瓶盛集水样，它具有轻便和不易破损的优点。有利于携带和长途运送。

2. 水样瓶除应事前洗涤洁净外，尚应于采样时，用样水冲洗 2—3 次，然后将水样收集于瓶中。

3. 采集自来水或具有抽水机设备的井水时，应先放水数分钟，使积留在水管中的杂质流出，然后才收集水样。没有抽水机设备的井水，可先用洗净的水桶取水，然后装入样瓶中。或直接用水样采集瓶（图 1）采集。

4. 采河、湖表面的水样时，应将样瓶



图1. 水样采集瓶

浸入水面下20~50厘米处，再将水样装入瓶中。如遇水面较宽时，则应在不同位置分别采集，以取得有代表性的水样。采集河、湖的深层水样时，应当用水样采集瓶，于绳索上控制，至样瓶放到所要的深度时，再打开瓶塞，装入水样。

5. 取好的水样，用塞子塞好。如需运送至远地进行分析，则应用石蜡封口。样瓶上应立即贴好采样记录单，记录单的内容有：水样编号、采集地点、位置、采样日期（年、月、日、时）、水源种类、采样时的水温、大气温度、采集水样的单位及采样人，并提出要求分析的目的和特殊的分析项目等。

6. 特殊项目的分析要求特殊采样方法者（如溶解氧的测定），留待各论中该测定方法的介绍中详述。某些特殊分析项目，尚应根据特定要求加入保存剂；如测酚、氰化物的水样，须加入碱以保存之。

7. 水样采集后，应尽快送至实验室进行分析；否则水中某些成分将受微生物等作用而有改变。例如：耗氧量及各种氮素、酚、溶解的气体乃至 pH 值都是容易改变的。但水样采集后可供存放的时间并无绝对的规定，因为成分的改变常受温度、保存方法等许多因素的影响而有不同。根据一般经验，很清洁的水，尚可存放72小时，而受过污染的水，则应尽可能于12~48小时内做完其中容易改变的测定项目。

三、分析项目及测定次序

水样的分析项目应根据水源的用途、检验的目的、卫生学要求等情况来决定。下面是不同类型的水样一般所要进行的分析项目，可供实际工作参考。

一、天然水（包括地面水、地下水、自来水或其他公共饮用水）的**一般卫生分析**：除气温、水温已在采样现场进行了测定记录外，尚应进行嗅、味、色度、浊度等项物理感观测定；pH值、总固体、各种碱度、硬度的测定；耗氧量、氨氮、蛋白氮、亚硝酸盐氮、硝酸盐氮及氯化物等污染指标的测定；铁、锰、铬、铅、汞、铜、锌等有害金属离子测定及酚、氰、氟、砷、硫化物等非金属毒物测定等。

有时，如须对分析结果作全面考核，或考虑用离子交换法来处理该水，则尚须作溶解性固体、钙、镁、钠、钾（或阳离子总量）、硫酸盐、碳酸盐（可通过碱度计算其含量）等，以便进行阴阳离子平衡的核算。但这种“全分析”在大规模的调查研究工作中，也只作少数样品的抽查，作为卫生分析，不须要每个样品都这么做。

除了以上理、化分析以外，尚必须作细菌检验。根据所有理、化及细菌检验的结果，对水质作出全面的卫生学评价。

二、工业废水：对于工业废水，应该是通过对生产工艺的了解，掌握其大致成分后，有针对性地分析某些有毒物质的含量，以判断其是否可以排放，须要如何处理或怎样回收利用？在一般情况下不须要作全面的卫生分析，只有经过处理后的废水，如果考虑再作饮用水源时，才作卫生检验的各个项目。为了考虑处理或综合利用的方案，有时对水样的pH值、酸度、碱度、硬度各种阴、阳离子，亦须作较全面的分析。对于造纸、印染、制革、屠宰、食品加工等有机性的工业废水，除应作有关毒物分析外，还应像生活污水那样作耗氧量及生化需氧量等污染情况的检验。

三、生活污水：对于生活污水，如果以一般卫生检验中的

四种氮素含量来作为污染指标，是不适宜的。生活污水的污染指标主要为耗氧量、溶解氧及生化需氧量（当然，经过大量稀释的污水，或受过污水污染的地面水，因其性质已接近于天然水，则将又当别论）。对于污水中悬浮固体、沉降固体以及它们的灼烧减重的测定，比一般天然水更有其重要意义，因为可以通过灼烧减重来了解污水中易分解的有机物的含量情况。有时为了了解该污水作为农业灌溉用的肥效价值，常常亦须作总氮、总磷及钾的含量测定。

水样进入实验室后，应根据不同成分的稳定性，考虑不同的缓急，合理安排测定次序。具体的进程及分工，须视人力及设备条件的不同而各异，但一般地须注意以下的先后，妥为布置。

一、pH值、溶解性气体、耗氧量、四种氮素、碱度、物理感观检查、易挥发的非金属毒物（酚、氰化物等）项目，应在当天测定或将样品处理完毕。

二、硬度、氯化物、氟化物、硫化物等可于采样后2—3天内分析完毕。

三、总固体、硫酸盐及重金属离子等，可以最后从容处理。但是亦不能任意拖延时间，即使是在水中化学性质最稳定的金属离子，也可能被玻璃盛器所吸附或由于其他原因而改变其在水中的浓度。

第二章 天然水、饮用水分析

一、温 度

就卫生学的观点论，饮用水最适宜的温度为 $12\sim 20^{\circ}\text{C}$ 。

记录天然水的温度对于硫酸钙的饱和溶解度及加矾、混凝、沉淀、消毒等处理都有重要关系。水温低时比水温高时加矾量要多些。冷却用水温度宜低些；而游泳池的用水，如果水温过低，则对人体健康有害。

测定水温并同时测定大气温度测定，都应在水样采集过程中进行。测定时，是将温度计插入水中，时间不得少于3分钟。如果必须将水样取出测定时，则水样体积不得少于一升。应于当时记录结果。在一般情况下，温度记录应准确至 0.5°C 。

测定表面水温度时，可用经过校正的水银温度计；测定深层水时可采用深水温度计(图2)。其他如电阻式温度计等，可使测定更为灵敏准确；这些可根据条件选用。

二、嗅

清洁的水不具任何气味，被污染的水

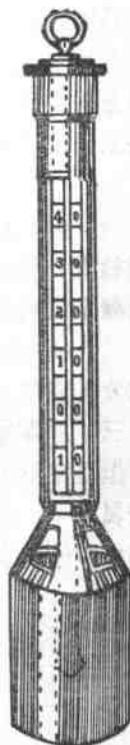


图2. 深水温度计